



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 101 44 055 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

B 21 D 22/16

B 21 D 53/28

⑯ Aktenzeichen: 101 44 055.3

⑯ Anmeldetag: 7. 9. 2001

⑯ Offenlegungstag: 27. 3. 2003

⑯ Anmelder:

Groche, Peter, Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing.,
64367 Mühlthal, DE

⑯ Erfinder:

Groche, -Ing., Peter, Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.,
64367 Mühlthal, DE; Ranchor, Christof, Dipl.-Ing.,
63762 Großostheim, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit Innenverzahnung

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von mit mindestens einer eingebrachten nachbearbeitungsfreien Innenverzahnung für Leistungsgetriebe. Zur Herstellung der Verzahnung wird mindestens ein relativ zum Werkstück bewegtes Umformwerkzeug eingesetzt, das sich durch eine Kontaktzone auszeichnet, die bei Berührung eines konvexen mit einem konkaven Körper entsteht. Durch die Relativbewegung des Werkzeugs entsteht ein Werkstofffluss in eine formgebende, verzahnte Matrize hinein. Der Fließvorgang kann zusätzlich durch die Überlagerung eines definierten axialen Druckes im Werkstück zur Erhöhung der Formänderungsgrenzen und/oder positiven Beeinflussung der Walzkräfte unterstützt werden. Eine so erzeugte Verzahnung kann direkt in einen Flansch übergehen.

DE 101 44 055 A 1

DE 101 44 055 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von z. B. napf- oder rohrförmigen Bauteilen mit mindestens einer eingebrachten nachbearbeitungsfreien Verzahnung für Leistungsgetriebe.

[0002] Derartige Zahnräder werden insbesondere in Getrieben eingesetzt, bei denen ein möglichst geringes Trägheitsmoment verlangt wird oder gleichzeitig mehrere Funktionen zu realisieren sind.

[0003] Stand der Technik ist das Einbringen qualitativ hochwertiger Verzahnungen durch spanabhebende Verfahren, wie z. B. Räumen oder Stoßen. Bei spanabhebenden Verfahren entstehen allerdings große Mengen Abfall in Spanform. Geometrien mit direkt an der Verzahnung anschliessenden Flanschen sind zum Teil nicht einteilig, sondern nur als Verbundbauweise, herstellbar.

[0004] Aus Untersuchungen ist ebenfalls bekannt, Innenverzahnungen durch Einwalzen der Kontur herzustellen (z. B. Patent DE 198 30 816 A1). Hierbei wird mittels einer oder mehrerer Walzen, die den Außendurchmesser eines zylindrischen, napfförmigen Werkstücks reduzieren, die Kontur eines profilierten Dorns in der Innenwand des Werkstücks abgebildet. Walze und Werkstück berühren sich jeweils mit ihrer konvexen Kontur. Die Standzeit des profilierten Dorns stellt durch die Biegewechselbelastung der Matrizenzähne für den wirtschaftlichen Großserieneinsatz das derzeit größte Hindernis dar. Die geforderten Qualitäten konnten in Laborversuchen bereits erzielt werden.

[0005] Ferner ist das Verfahren des Kaltfließpressens zur Herstellung von Innen- oder Außenverzahnungen an überwiegend Wellenenden bekannt. Einsatzgebiet sind Verzahnungen mit Teilkreisdurchmessern im Bereich der Wellendurchmesser für Pkw-Getriebe. Größere Durchmesser sind derzeit in der geforderten Qualität nicht wirtschaftlich realisierbar.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein umformtechnisches Verfahren anzugeben, mit dem rotationsymmetrische Bauteile mit qualitativ hochwertigen Innenverzahnungen hergestellt werden können und eine für die Großserienfertigung akzeptable Werkzeugstandzeit erreicht wird.

[0007] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen der Ansprüche 1–12 gelöst. Es sind erfindungsgemäß folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- a) Bereitstellung eines Werkstück-Rohteils mit im Bereich der einzubringenden Verzahnung rotationssymmetrischer Außenkontur.
- b) Positionierung einer konturgebenden außenverzahnten Matrize innerhalb des Werkstücks.
- c) Optionale Überlagerung eines axial wirkenden Druckes zum Einbringen verfahrensbegünstigender, nicht durch das Walzwerkzeug induzierter, Spannuren.
- d) Umformung des Werkstückes durch mindestens einen, den Umfang des Werkstücks umschliessenden, ringförmigen Walzkörper, der radial und/oder axial geführt wird. Werkstück und außenverzahnte Matrize sind verdrehsicher verbunden und rotieren um die gemeinsame Rotationsachse. Alternativ kann ausschließlich oder zusätzlich der Walzkörper rotatorisch angetrieben werden.
- e) Durchmesserreduktion des Werkstückes durch den induzierten Werkstofffluss, der die außenverzahnte Werkzeugmatrize ausfüllt und somit abbildet.

[0008] Mit diesem Verfahren kann auf einem Drückwalz-zentrum in einfacher Weise aus einem Werkstück mit im Bereich der einzubringenden Innenverzahnung rotationssymmetrischer Außenkontur eine nachbearbeitungsfreie, qualitativ hochwertige Innenverzahnung hergestellt werden, an die direkt z. B. ein Flansch anschliessen kann. Die Oberflächenbeschaffenheit der erzeugten Verzahnung hängt hierbei von der Qualität und Struktur der Werkstück- und Matrizenoberfläche ab.

[0009] Vorteile ergeben sich durch die Kaltverfestigung des Werkstücks, wodurch minderfeste Ausgangsmaterialien verwendet werden können. Durch die Ausformung der Innenverzahnung in eine konturgebende Matrize können enge Toleranzbereiche realisiert werden, so dass eine Nachbearbeitung der Innenverzahnung nicht notwendig ist. Komplexe Integralbauteile können somit material- und energie-sparend erzeugt werden.

[0010] Durch die Verwendung der unter a) beschriebenen Werkstückvorform, welche in einfacher Weise gefertigt werden kann, gestaltet sich die Materialbeschaffung kosten-günstig.

[0011] Das unter b) beschriebene konturgebende, innenliegende Werkzeug stellt die Negativform der zu erzeugenden Innenverzahnung dar.

[0012] Die unter c) beschriebene Axialdrucküberlagerung induziert einen Spannungszustand, der u. a. die Reduktion der aufzubringenden Walzkräfte, insbesondere der Tangentialkraftanteile, erlaubt und gleichzeitig die Formänderungs-grenzen des Werkstoffes erhöht.

[0013] Das unter d) beschriebene Umformen des Werkstücks kann bei verschiedenen Temperaturbereichen, vor-zugsweise aber bei Raumtemperatur, realisiert werden. Zum Einsatz kommt mindestens ein außenliegender, ringförmiger Walzkörper, dessen Rotationsachse sich radial relativ zur Rotationsachse des Werkstücks bewegt und am Werkstück vorzugsweise durch Reibung abrollt. Als Walzkörper-geometrien sind zylindrische, kegelige oder profilierte Formen denkbar. Das zur Rotation nötige Drehmoment kann sowohl über das Werkstück und/oder die innenliegende Matrize und/oder über die außenliegenden Werkzeuge eingeleitet werden.

[0014] Die in e) beschriebene Ausbildung der Verzahnungskontur ergibt sich überwiegend als Folge der radialen Werkstoffflusskomponenten. Durch Einsatz geeigneter Werkzeugkonfigurationen, wie z. B. einem spezifischen Ring-Innendurchmesser, kann die von den herkömmlichen Walzverfahren auftretende Punktbelastung in eine idealer-weise radialgerichtete, flächige Last umgewandelt werden. Die zu erwartende erhöhte Standzeit der Matrize resultiert aus der harmonischen Krafteinleitung im Innern des Werkstücks, die im Idealfall zu einer symmetrischen Belastung der Matrizenzähne führt.

[0015] Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel zur Durchführung des Verfahrens näher erläutert.

[0016] Es zeigt:

[0017] **Fig. 1** ein beispielhaftes, rotationssymmetrisches Ausgangswerkstück (1).

[0018] **Fig. 2** eine alternative, teilweise rotationssymme-trische Ausgangswerkstückform (2).

[0019] **Fig. 3** das Aufbringen der Axialkraftüberlagerung, beispielsweise durch einen hydraulischen Ringstempel (3), nachdem die außenverzahnte Matrize (4) im Werkstück (5) positioniert ist.

[0020] **Fig. 4** das beschriebene Umformen des Werkstücks mit Hilfe mindestens einem am Außenbereich des Werkstücks abrollenden, ringförmigen Walzkörper (6). Dessen beispielsweise radiale Bewegung kann z. B. durch Zustel-

lung einer oder mehrerer am Außendurchmesser angreifende Stützrollen (7) erfolgen. Die rotatorische Relativbewegung zwischen Werkstück und Walzkörper kann durch Rotation des Werkstücks und/oder des Walzkörpers realisiert werden. Als Folge der Werkzeugkinematiken fließt der Werkstoff in die außenverzahnte Matrize und bildet deren Verzahnungskontur ab.

[0021] Fig. 5 zeigt ein Beispiel für ein nach dem Ausführungsbeispiel erzeugtes Bauteil (8) mit Außenverzahnung und angrenzendem Flansch.

5

10

führt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren, dadurch gekennzeichnet, dass mittels mindestens einem ringförmigen oder elliptischen Walzkörper (6) und mindestens einer außenverzahnten, formgebenden Matrize (4) ein innenverzahntes Bauteil (8) umformtechnisch erzeugt wird und dabei der verwendete Werkstück-Rohling (5) vom Walzkörper (6) umschlossen wird. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in das Werkstück (5) ein definierter axialer Druck eingebracht wird. 20
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) eine rotatorische Relativbewegung um die Rotationsachse des Werkstücks (5) ausführt. 25
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) eine radial-translatorische Relativbewegung zum Werkstück ausführt. 30
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) eine axial-translatorische Relativbewegung zum Werkstück ausführt. 35
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) eine kombinierte axial-radial-translatorische Relativbewegung zum Werkstück ausführt. 40
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4–6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein ringförmiger oder elliptischer Walzkörper (6) eine konische, zylinderförmige, bombierte oder sonstig profilierte Innen- und/oder Außenkontur besitzt. 45
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) in einem Gehäuse gelagert ist und zusätzlich angetrieben sein kann. 50
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) eine Rotation um eine außerhalb der Rolle liegende Rotationsachse ausführt. 55
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Walzkörper (6) eine Abrollbewegung auf mindestens einer anliegenden Stützrolle (7) ausführt. 60
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützrolle(n) (7) eine zum Werkstück (5) relative Axial- und/oder Radialbewegung ausführt. 65
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1–11, dadurch gekennzeichnet, dass die radiale und/oder axiale Relativbewegung zwischen Stützrolle(n) (7) und Werkstück (5) zu einer radialen Relativbewegung zwischen Werkstück (5) und mindestens einem Walzkörper (6) 65

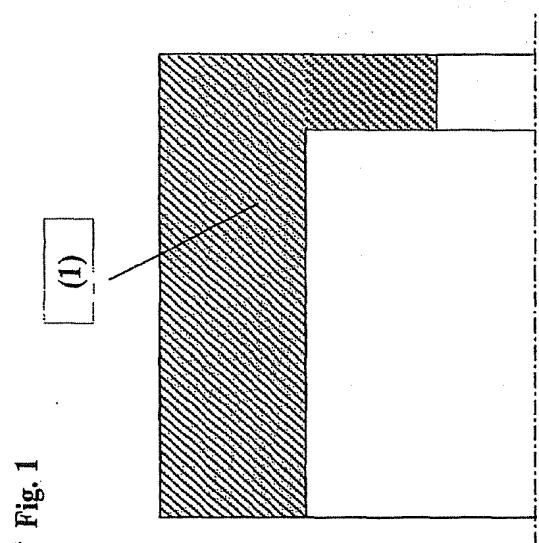
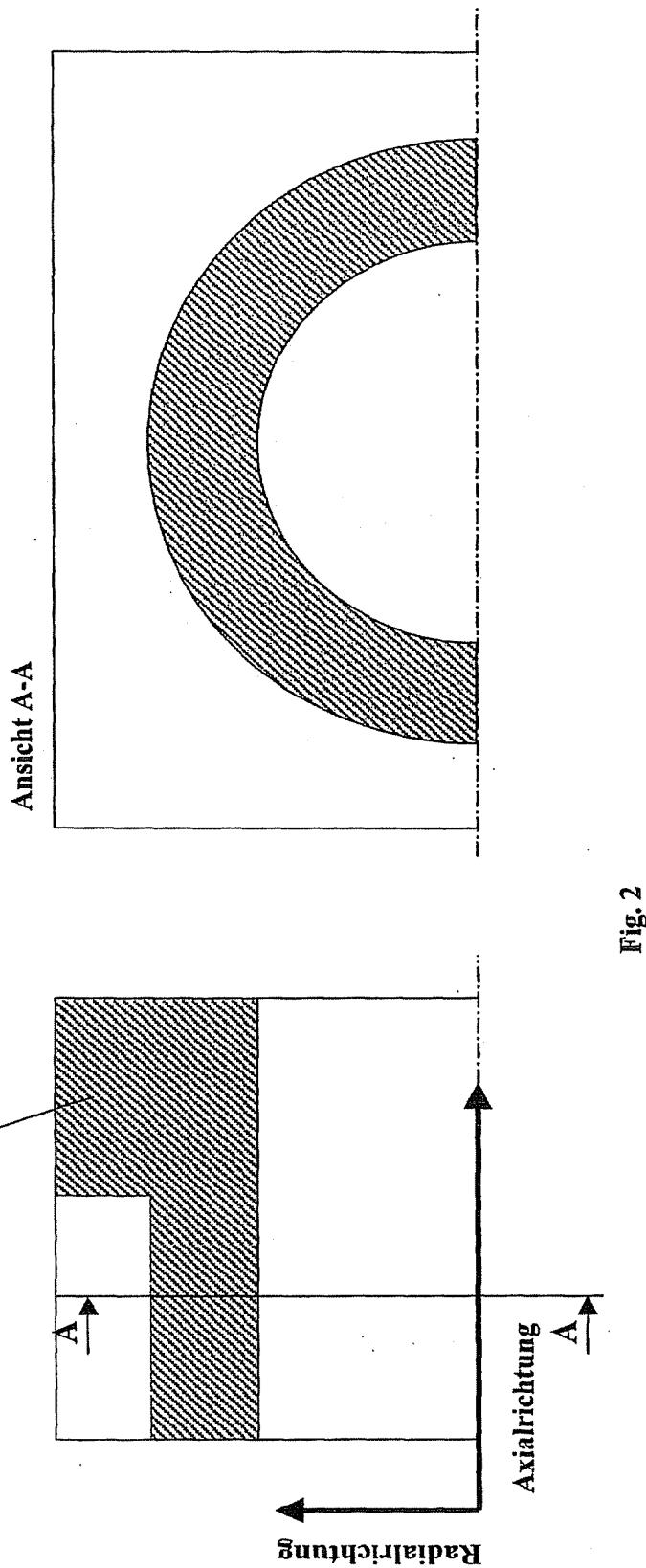


Fig. 1



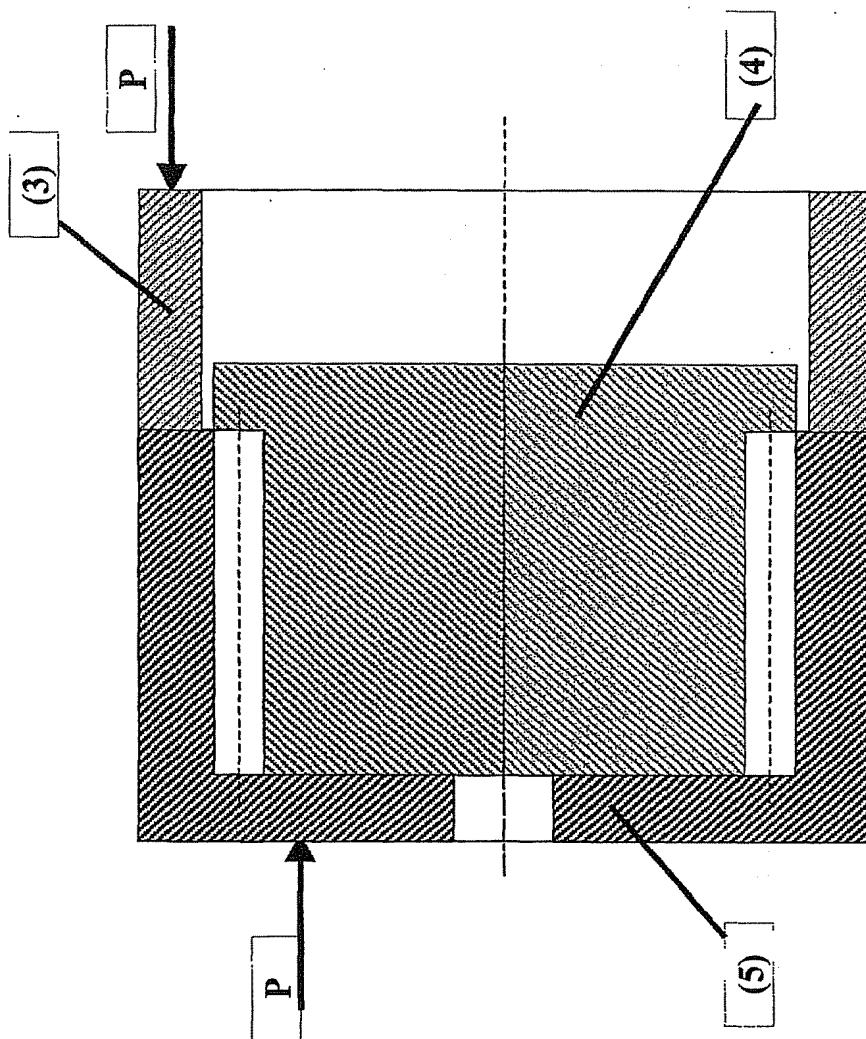


Fig. 3

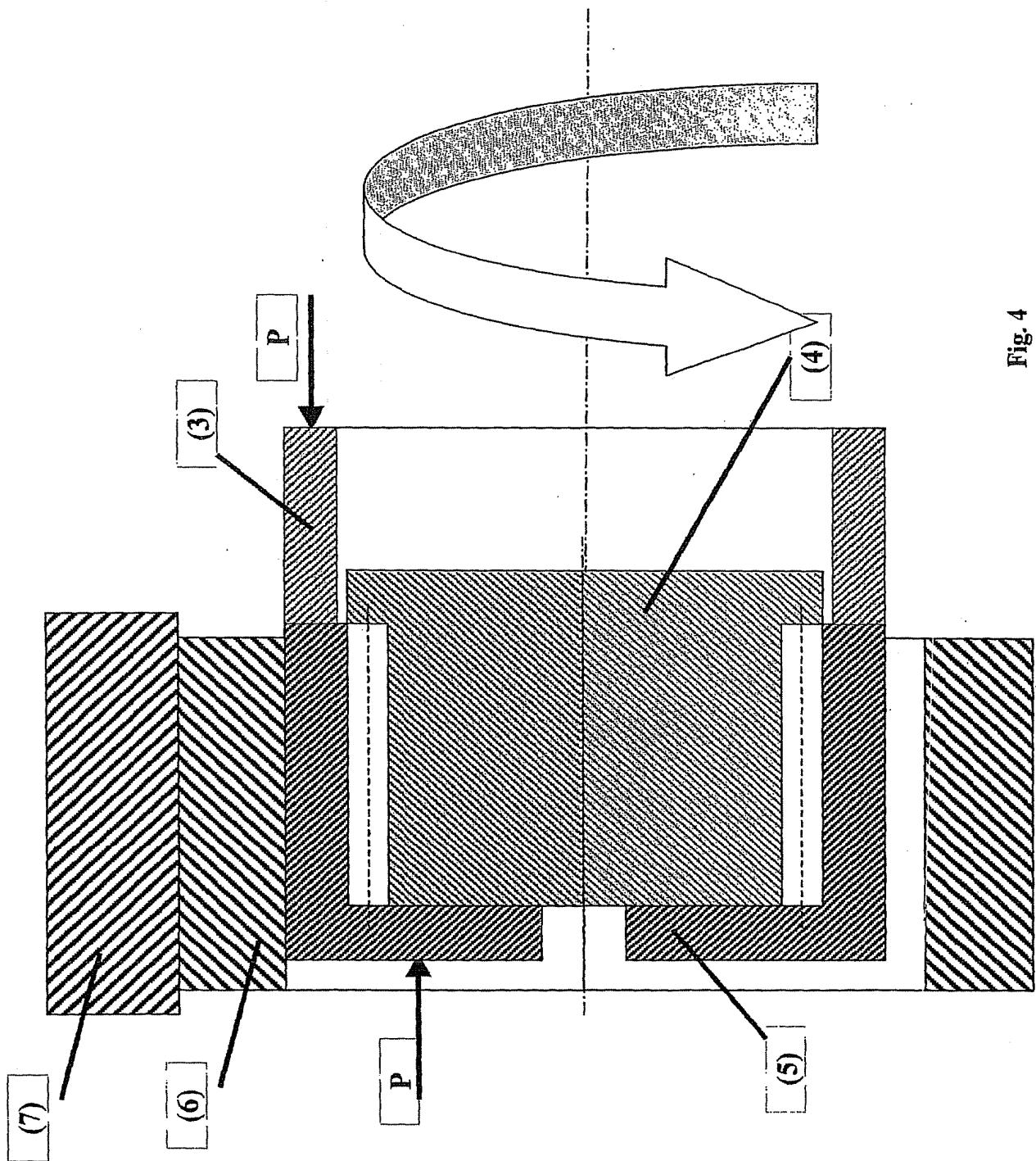


Fig. 4

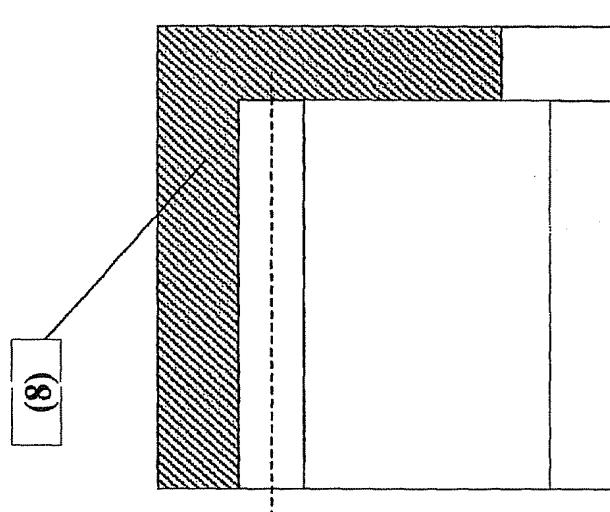


Fig. 5